

#2 Priority  
Paper  
10-3-01  
R. Stohr

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Toshiaki SHINOHARA  
SERIAL NO: New Application  
FILED: Herewith  
FOR: SEMICONDUCTOR DEVICE

GAU:  
EXAMINER:

JC971 U.S. PTO  
09/895025  
07/02/01

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2001-043439	February 20, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913  
C. Irvin McClelland

Registration Number 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC971 U.S. PTO  
09/895025  
07/02/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-043439

出 願 人

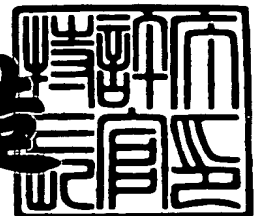
Applicant (s):

三菱電機株式会社

2001年 3月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3017424

【書類名】 特許願

【整理番号】 529192JP01

【提出日】 平成13年 2月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 23/00

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号 福菱セミコン  
エンジニアリング株式会社内

【氏名】 篠原 利彰

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極を有する半導体素子と、

第 1 の面と、前記第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する金属ブロックと、

前記金属ブロックの前記第 1 の面と接合される電極端子と、

前記金属ブロックの前記第 2 の面と接合され、両面に金属層を有するセラミック基板と

を備え、

前記半導体素子は前記電極と共に前記金属ブロックの前記第 1 の面と接合材によって接合される半導体装置。

【請求項 2】 前記セラミック基板の両面に有する各前記金属層は同じ厚さである、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】 前記半導体素子は複数設けられ、

前記金属ブロック及び前記セラミック基板は、前記半導体素子間の絶縁単位ごとに分離し、

前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの一方は、少なくとも一つの前記半導体素子に対応して設けられ、

前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの他方は、前記絶縁単位を構成する前記半導体素子のすべてに渡って設けられる、請求項 1 及び請求項 2 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 4】 第 1 の面と、前記第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する金属ブロックと、

前記金属ブロックの前記第 1 の面と接合材によって接合される半導体素子と、

第 3 の面と、前記第 3 の面とは反対側の第 4 の面とを有し、前記金属ブロックの前記第 2 の面と前記第 3 の面が接合される樹脂絶縁層と、

前記金属ブロック及び前記半導体素子を封止する樹脂パッケージとを備え、

前記樹脂絶縁層は、その前記第 4 の面が露出しており、前記樹脂パッケージよ

りも弾力性が良い半導体装置。

【請求項 5】 前記樹脂絶縁層は、セラミック材料を充填したシリコン樹脂で形成される、請求項 4 に記載の半導体装置。

【請求項 6】 前記金属ブロックは、前記半導体素子の絶縁単位ごとに設けられる、請求項 4 及び請求項 5 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 7】 前記金属ブロックは、前記接合材よりも広い面を前記接合材と反対側に有する、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 8】 前記金属ブロックは、前記半導体素子の中心から離れるほど前記半導体素子との隙間が広く、前記接合材によって前記隙間が埋められる、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の構造、特に電力制御用に使用される電力用半導体装置の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 10 は従来の電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。図 10 のように、従来の電力用半導体装置は、パワー素子 1、ベース板 13、絶縁基板 4、電極端子 22 が取り付けられたケース 27 及び蓋 28 を備えている。

【0003】

絶縁基板 4 は、アルミナ、窒化アルミニウム又は窒化ケイ素などのセラミック基板 6 の両面に金属層 5、7 を形成したものであって、金属層 5 にはパワー素子 1 が半田 19 で接合されている。また、金属層 5 には回路パターンが形成されている。ベース板 13 は銅などから形成されており、放熱用ヒートシンクとして機能する。そのベース板 13 上には、絶縁基板 4 の金属層 7 が半田 20 で接合されている。ケース 27 内には、絶縁基板 4 と反対側の面でベース板 13 が露出するように、パワー素子 1 及び絶縁基板 4 が収納されている。

【0004】

パワー素子 1 はケース 2 7 内部の電極端子 2 2 や金属層 5 の回路パターンとアルミワイヤ 8 によって接続されている。そして、パワー素子 1、絶縁基板 4 及びベース板 1 3 を覆うように、ケース 2 7 内にはシリコンゲル 2 5 が充填されており、さらにその上部がエポキシ樹脂 2 6 で封止されている。また、ケース 2 7 には蓋 2 8 が取り付けられている。図 1 0 では示していないが、ベース板 1 3 のケース 2 7 から露出している面には、外部放熱器が取り付けられることもある。

## 【0 0 0 5】

電極端子 2 2 のうち、ケース 2 7 外部に導出された電極端子 2 2 には、ネジ穴 2 4 が設けられており、ケース 2 7 に埋め込まれている電極取り付けナット 2 9 の中心とネジ穴 2 4 との中心が一致するように、電極端子 2 2 は配置されている。そして、外部機器の電極端子（図示せず）を電極端子 2 2 上に配置して、ケース 2 7 の外側からネジ（図示せず）をネジ穴 2 4 に挿入し、ネジを電極取り付けナット 2 9 に螺合することによって、外部機器の電極端子を電極端子 2 2 に接続し、固定する。

## 【0 0 0 6】

## 【発明が解決しようとする課題】

従来の電力用半導体装置では、パワー素子 1 で発生した熱は、半田 1 9、絶縁基板 4、半田 2 0、ベース板 1 3 を通って、外部放熱器（図示せず）から外部に放出される。ベース板 1 3 及び外部放熱器は、例えば銅材から成り、その熱伝導率は約  $380 \text{ W/mK}$  である。また、半田 1 9、2 0 の熱伝導率は  $20 \sim 30 \text{ W/mK}$  である。絶縁基板 4 は、金属層 5、7 とセラミック基板 6 から構成されているが、その熱伝導はセラミック基板 6 の熱伝導率が支配するため、 $20 \sim 180 \text{ W/mK}$  である。つまり、半田 1 9、2 0 及び絶縁基板 4 は、その熱伝導率がベース板 1 3 及び外部放熱器よりも大幅に小さい。しかもこれらはパワー素子 1 の直下に配置されているため、熱が通過する面積はパワー素子 1 の面積程度であって、熱伝導の主たる阻害要因となっている。

## 【0 0 0 7】

また、セラミック基板 6 の材料としてアルミナが良く使用されるが、絶縁基板 4 の熱伝導を向上させるために、アルミナよりも熱伝導率の良好な窒化アルミニ

ウムなどが使用される場合がある。このとき、窒化アルミニウムはアルミナよりも高価であるため、熱伝導の向上のために材料コストが増加していた。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は上述のような問題を解決するためになされたものであり、放熱特性を向上する半導体装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

この発明のうち請求項 1 に記載の半導体装置は、電極を有する半導体素子と、第 1 の面と、前記第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する金属ブロックと、前記金属ブロックの前記第 1 の面と接合される電極端子と、前記金属ブロックの前記第 2 の面と接合され、両面に金属層を有するセラミック基板とを備え、前記半導体素子は前記電極と共に前記金属ブロックの前記第 1 の面と接合材によって接合されるものである。

【 0 0 1 0 】

また、この発明のうち請求項 2 に記載の半導体装置は、請求項 1 に記載の半導体装置であって、前記セラミック基板の両面に有する各前記金属層は同じ厚さであるものである。

【 0 0 1 1 】

また、この発明のうち請求項 3 に記載の半導体装置は、請求項 1 及び請求項 2 のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記半導体素子は複数設けられ、前記金属ブロック及び前記セラミック基板は、前記半導体素子間の絶縁単位ごとに分離し、前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの一方は、少なくとも一つの前記半導体素子に対応して設けられ、前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの他方は、前記絶縁単位を構成する前記半導体素子のすべてに渡って設けられるものである。

【 0 0 1 2 】

また、この発明のうち請求項 4 に記載の半導体装置は、第 1 の面と、前記第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する金属ブロックと、前記金属ブロックの前記第 1 の面と接合材によって接合される半導体素子と、第 3 の面と、前記第 3 の面



とは反対側の第 4 の面とを有し、前記金属ブロックの前記第 2 の面と前記第 3 の面が接合される樹脂絶縁層と、前記金属ブロック及び前記半導体素子を封止する樹脂パッケージとを備え、前記樹脂絶縁層は、その前記第 4 の面が露出しており、前記樹脂パッケージよりも弾力性が良いものである。

## 【 0 0 1 3 】

また、この発明のうち請求項 5 に記載の半導体装置は、請求項 4 に記載の半導体装置であって、前記樹脂絶縁層は、セラミック材料を充填したシリコン樹脂で形成されるものである。

## 【 0 0 1 4 】

また、この発明のうち請求項 6 に記載の半導体装置は、請求項 4 及び請求項 5 のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックは、前記半導体素子の絶縁単位ごとに設けられるものである。

## 【 0 0 1 5 】

また、この発明のうち請求項 7 に記載の半導体装置は、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックは、前記接合材よりも広い面を前記接合材と反対側に有するものである。

## 【 0 0 1 6 】

また、この発明のうち請求項 8 に記載の半導体装置は、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックは、前記半導体素子の中心から離れるほど前記半導体素子との隙間が広く、前記接合材によって前記隙間が埋められるものである。

## 【 0 0 1 7 】

## 【発明の実施の形態】

## 実施の形態 1.

図 1 は本実施の形態 1 に係る半導体装置の回路図である。図 1 のように、本実施の形態 1 に係る半導体装置は、例えば三相インバータ回路で構成されている。具体的には、出力端子 U, V, W は例えば交流モータなどに接続され、入力端子 P, N は例えば直流電源が直接接続されたり、また商用電源から直流電圧を作る順変換回路の出力が接続されたりする。P 側のパワー素子 1 p は I G B T 1 a p

と、IGBT1apに逆並列接続されたダイオード1bpとを備え、N側のパワー素子1nはIGBT1anと、IGBT1anに逆並列接続されたダイオード1bnとを備える。そしてパワー素子1p, 1nが直列接続されている。これをアームと呼ぶ。本実施の形態1に係る半導体装置は、並列接続された3つのアームを備えており、制御端子GUP, GUN, GVP, GVN, GWP, GWNを制御することによって各IGBTをオン/オフし、交流モータの回転動作を制御する。以下、後述の電極端子2b, 金属ブロック3, 絶縁基板4, 金属層5, 7及びセラミック基板6も含めて、P側とN側の区別がない場合には符号の末尾のp, nを省略する。

## 【0018】

図2は、本実施の形態1に係る半導体装置の構造を模式的に示す平面図であって、図1の回路図で示された半導体装置の平面図である。そして、図3は、図2中の矢視A-Aにおける断面図であって、樹脂パッケージを形成した後の断面図である。

## 【0019】

図2及び図3より、本実施の形態1に係る半導体装置は、パワー素子1, 電極端子2a, 2b, 2c, 金属ブロック3, 絶縁基板4及び樹脂パッケージ11を備えている。図2では、構造を容易に把握できるように樹脂パッケージ11を省略し、これが形成される範囲21を示している。電極端子2a, 2b, 2cはタイバー12で接続されているが、このタイバー12は樹脂パッケージ11の形成後に切断され、各電極端子は分離される。

## 【0020】

図4は図3中の部分Bを拡大して示す断面図である。また、図5は金属ブロック3のパワー素子1を搭載する面から見た斜視図である。図4で示すように、パワー素子1のIGBT1aは一方の主面にコレクタ電極50を有し、もう一方の主面にゲート電極51及びエミッタ電極52を有している。IGBT1aは、コレクタ電極50が金属ブロック3と接するように金属ブロック3に搭載され、接合材9で接合されている。金属ブロック3は例えば銅材から形成されており、接合材9は例えば半田や導電性樹脂などが使用される。また、図4, 5で示すよう

に、金属ブロック 3 のパワー素子 1 が搭載される面は、搭載されている I G B T 1 a の中心から離れるほど I G B T 1 a との隙間が広くなるような形状をしている。接合材 9 がこの隙間を埋める結果、I G B T 1 a の周辺において、その中心よりも接合材 9 が厚くなっている。図示していないが、ダイオード 1 b は一方の主面にカソード電極を有し、もう一方の主面にアノード電極を有している。そして、カソード電極が金属ブロック 3 と接するように金属ブロック 3 に搭載され、接合材 9 で接合されている。なお、ダイオード 1 b が搭載されている部分における金属ブロック 3 の形状についても、搭載されているダイオード 1 b の中心から離れるほどダイオード 1 b との隙間が広がっている。

## 【 0 0 2 1 】

絶縁基板 4 は、例えばアルミナ、窒化アルミニウム又は窒化ケイ素などからなるセラミック基板 6 の両面に、同じ厚さの金属層 5, 7 を形成したものである。また、セラミック基板 6 は例えば 0. 3 ~ 1. 0 mm の厚さである。金属ブロック 3 及び絶縁基板 4 は、パワー素子 1 の絶縁単位ごとに設けられている。つまり本実施の形態 1 では、アームの区別なく P 側と N 側とで個別に設けられた金属ブロック 3 p, 3 n 及び絶縁基板 4 p, 4 n を備えている。そして、絶縁基板 4 p の金属層 5 p はパワー素子 1 p と反対側の面で金属ブロック 3 p に接合材 1 0 で接合されている。同様にして、絶縁基板 4 n の金属層 5 n は金属ブロック 3 n に接合されている。また、金属ブロック 3 のパワー素子 1 と反対側の面は、パワー素子 1 との接合面よりも広がっている。接合材 1 0 は例えば半田などが使用される。

## 【 0 0 2 2 】

金属ブロック 3 n のパワー素子 1 n が接合された面には、電極端子 2 a が例えば超音波接合で取り付けられている。そのため、金属ブロック 3 n と接合しているパワー素子 1 n の電極、つまり I G B T 1 a n のコレクタ電極 5 0 及びダイオード 1 b n のカソード電極（図示せず）は、金属ブロック 3 n を介して電極端子 2 a に接続されている。電極端子 2 b p は I G B T 1 a p のゲート電極 5 1 と、電極端子 2 b n は I G B T 1 a n のゲート電極 5 1 と、それぞれアルミワイヤ 8 で接続されている。電極端子 2 c は I G B T 1 a n のエミッタ電極 5 2 及びダイ

オード 1 b n のアノード電極とアルミワイヤ 8 で接続されている。また I G B T 1 a p のエミッタ電極 5 2 及びダイオード 1 b p のアノード電極は、パワー素子 1 n が接合された金属ブロック 3 n にアルミワイヤ 8 で接続されている。

## 【 0 0 2 3 】

樹脂パッケージ 1 1 は、例えばエポキシ樹脂が使用されており、絶縁基板 4 の金属層 7 を露出させつつ、パワー素子 1、電極端子 2 a、2 b、2 c 及び金属ブロック 3 を封止している。そして、露出している絶縁基板 4 の金属層 7 に外部放熱器が取り付けられることがあるが、図 3 では記載を省略している。

## 【 0 0 2 4 】

上述の構造を備える本実施の形態 1 に係る半導体装置において、パワー素子 1 で発生した熱は、接合材 9、金属ブロック 3、絶縁基板 4 を通って、外部放熱器（図示せず）から外部に放出される。図 6 は、パワー素子 1 で発生した熱が伝導する様子を示した図であって、図 6（a）は、上述の従来の電力用半導体装置の熱伝導の様子を示しており、図 6（b）は、本実施の形態 1 に係る半導体装置の熱伝導の様子を示している。接合材 9、1 0 は例えば半田を使用すれば、接合材 9、1 0 と半田 1 9、2 0 との熱伝導率は同等であると考えることができる。また、金属ブロック 3 は例えばベース板 1 3 と同じ銅材から形成すれば、金属ブロック 3 とベース板 1 3 との熱伝導率も同等であると考えることができる。このように考えると、接合材 9、1 0 及び絶縁基板 4 は、金属ブロック 3 よりも熱伝導率が小さく、本実施の形態 1 における熱伝導の主たる阻害要因となっている。

## 【 0 0 2 5 】

従来の電力用半導体装置では、図 6（a）の熱の拡散方向 3 0 で示すように、パワー素子 1 で発生した熱は、熱伝導が良好なベース板 1 3 を通過する前に、熱伝導の主たる阻害要因である半田 1 9、2 0 及び絶縁基板 4 を通過する。そのため、絶縁基板 4 を熱が通過する面積 3 2 は、ほぼパワー素子 1 の面積と同じである。一方、本実施の形態 1 に係る半導体装置では、図 6（b）の熱の拡散方向 3 1 が示すように、パワー素子 1 で発生した熱は、熱伝導の主たる阻害要因の一部である接合材 9 を通過して、熱伝導の良好な金属ブロック 3 を通過する。そして、残りの熱伝導の主たる阻害要因である接合材 1 0 及び絶縁基板 4 を通過する。

そのため、パワー素子 1 で発生した熱は、金属ブロック 3 でその厚さ方向と垂直な水平方向に拡散されてから、接合材 1 0 及び絶縁基板 4 を通過する。つまり、絶縁基板 4 を熱が通過する面積 3 3 は、パワー素子 1 の面積よりも十分大きい。

## 【 0 0 2 6 】

このように、本実施の形態 1 に係る半導体装置によれば、熱伝導の主たる阻害要因の一部である接合材 9 を熱が通過する面積はパワー素子 1 の面積とほぼ同じであるが、残りの熱伝導の主たる阻害要因である接合材 1 0 及び絶縁基板 4 を熱が通過する面積は、パワー素子 1 の面積より十分に大きくなっているため、従来の電力用半導体装置よりも放熱特性が向上する。その結果、従来の構造では、良好な放熱特性を得るためにセラミック基板 6 の材料として窒化アルミニウムを使用していたが、本実施の形態 1 の構造では、窒化アルミニウムより安価なアルミナを使用することによって、従来と同等の放熱特性を得ることができる。そのため、経済性に優れた半導体装置を顧客に提供することができる。

## 【 0 0 2 7 】

また、金属ブロック 3 とパワー素子 1 との線膨張係数の差によって、接合材 9 に熱応力が発生し、接合材は歪む。その熱応力はパワー素子 1 の中心から離れるほど大きくなる。そのため、接合材 9 のクラックはパワー素子 1 の四隅から発生しやすい。また、接合材 9 に生じる歪みは、接合材 9 の厚みが厚くなるほど単位厚みの歪みは小さくなる。本実施の形態 1 では、パワー素子 1 の周辺において、その中心よりも接合材 9 が厚くなっているため、クラックの発生を軽減することができる。

## 【 0 0 2 8 】

また、金属ブロック 3 及び絶縁基板 4 はパワー素子 1 の絶縁単位ごとに設けられているため、パワー素子 1 間の絶縁を維持することができる。

## 【 0 0 2 9 】

また、絶縁基板 4 の金属層 5, 7 は同じ厚さであるため、金属ブロック 3 との接合時における絶縁基板 4 の反りを低減することができる。そのため、外部放熱器（図示せず）との接触面の平面度を向上することができる。その結果、放熱特性が向上する。

## 【 0 0 3 0 】

また、従来の電力用半導体装置では、ケース 2 7、蓋 2 8、シリコンゲル 2 5 及びエポキシ樹脂 2 6 で、パワー素子 1 は封止されている。本実施の形態 1 にかかる半導体装置では、樹脂パッケージ 1 1 のみでパワー素子 1 を封止しているため、材料コスト及び製造コストを低減することができる。

## 【 0 0 3 1 】

また、従来の電力用半導体装置では、絶縁基板 4 の金属層 5 及びアルミワイヤ 8 に大電流が流れていた。金属層 5 の厚みは例えば 0. 2 ~ 0. 3 mm であって、アルミワイヤ 8 の直径は例えば 0. 2 ~ 0. 5 mm である。本実施の形態 1 に係る半導体装置では、部分的にはアルミワイヤ 8 にも流れるが、金属ブロック 3 及び金属ブロック 3 に直接接続された電極端子 2 a に大電流が流れる。金属ブロック 3 の厚みは例えば 1. 0 ~ 5. 0 mm であって、電極端子 2 a の厚みは例えば 0. 5 ~ 1. 2 mm である。このように、金属ブロック 3 及び電極端子 2 a は、従来における金属層 5 及びアルミワイヤ 8 よりも厚くできるため、半導体装置全体の電気抵抗を低下することができる。そのため、半導体装置の電力損失を低減することができる。

## 【 0 0 3 2 】

また、図 2 において、金属ブロック 3 p に搭載されている I G B T 1 a p のエミッタ電極 5 2 は、アルミワイヤ 8 で金属ブロック 3 n と接続することによって、金属ブロック 3 n に搭載されている I G B T 1 a n のコレクタ電極と接続されている。このように、本実施の形態 1 では、金属ブロック 3 はパワー素子 1 の絶縁単位ごとに設けられているため、金属ブロック 3 を利用してアルミワイヤ 8 の配線を行うことができる。そのため、アルミワイヤ 8 の配線自由度が増加する。

## 【 0 0 3 3 】

なお、本実施の形態 1 では、金属ブロック 3 と電極端子 2 a とを別々に用意し、超音波接合でそれぞれを接続したが、異厚銅条から金属ブロック 3 と電極端子 2 a とを一体成形しても良い。また、本実施の形態 1 では金属ブロック 3 と電極端子 2 a との接続に超音波接合を使用した。半田や導電性樹脂によって接合しても良いし、機械的にネジ止めで接続しても良い。

## 【 0 0 3 4 】

また、本実施の形態 1 では、接合材 9 にかかる熱応力を緩和するために、金属ブロック 3 に搭載されるパワー素子 1 周辺部の接合材 9 を厚くする方法を示しているが、金属ブロック 3 の材料として、熱伝導率が比較的良好で線膨張係数が小さいモリブデン、銅・モリブデン合金、銅・タングステン合金、SiC とアルミニウムとの複合材などを使用することによっても、接合材 9 のクラックの発生を低減することができる。

## 【 0 0 3 5 】

図 7、8 は本実施の形態 1 に係る半導体装置の変形例を示す平面図である。図 7 で示すように、本実施の形態 1 に係る半導体装置は、絶縁基板 4 p が P 側のパワー素子 1 p のすべてに渡って形成されていれば、P 側の金属ブロック 3 p は N 側の金属ブロック 3 n のように各パワー素子 1 p ごとに分離されていても良い。このとき IGBT 1 a p のコレクタ電極 5 0 は絶縁基板 4 p の金属層 5 p によって互いに電氣的に接続される。また図 8 で示すように、本実施の形態 1 に係る半導体装置は、金属ブロック 3 p が P 側のパワー素子 1 p のすべてに渡って形成されていれば、P 側の絶縁基板 4 p は N 側の絶縁基板 4 n のように各パワー素子 1 p ごとに分離されていても良い。このとき IGBT 1 a p のコレクタ電極 5 0 は金属ブロック 3 p によって互いに電氣的に接続される。つまり、金属ブロック 3 及び絶縁基板 4 はパワー素子 1 間の絶縁単位ごとに分離されており、絶縁基板 4 がその絶縁単位を構成する半導体素子 1 のすべてに渡って設けられていれば、少なくとも一つの半導体素子 1 に対応した金属ブロック 3 が複数設けられても良いし、金属ブロック 3 がその絶縁単位を構成する半導体素子 1 のすべてに渡って設けられていれば、少なくとも一つの半導体素子 1 に対応した絶縁基板 4 が複数設けられても良い。

## 【 0 0 3 6 】

実施の形態 2.

図 9 は本実施の形態 2 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。本実施の形態 2 に係る半導体装置は、上述の実施の形態 1 に係る半導体装置において、基本的には絶縁基板 4 の代わりに樹脂絶縁層 1 4 を使用したものである。

## 【 0 0 3 7 】

図 9 で示すように、本実施の形態 2 に係る半導体装置は、パワー素子 1，電極端子 2 a，2 b，金属ブロック 3，樹脂絶縁層 1 4 及び樹脂パッケージ 1 1 を備えている。パワー素子 1 が搭載された金属ブロック 3 は、パワー素子 1 の絶縁単位ごとに設けられている。樹脂絶縁層 1 4 は、パワー素子 1 と反対側の面で金属ブロック 3 に形成されており、すべての金属ブロック 3 に渡って形成されている。言い換えれば、樹脂絶縁層 1 4 の上に複数の金属ブロック 3 が搭載されている。樹脂絶縁層 1 4 は、例えばシリコン樹脂に充填材としてセラミック粉末を混入したものである。セラミック粉末としては、例えばシリカ、特に結晶性シリカ、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ボロンなどの一種又はそれらを混合した粉末を使用する。また、樹脂絶縁層 1 4 の厚みは、例えば 0. 2 ～ 0. 5 mm である。

## 【 0 0 3 8 】

樹脂パッケージ 1 1 は、例えばエポキシ樹脂が使用されており、樹脂絶縁層 1 4 を露出させつつ、パワー素子 1，電極端子 2 a，2 b 及び金属ブロック 3 を封止している。そして、樹脂絶縁層 1 4 の露出部分には外部放熱器（図示せず）が取り付けられる。本実施の形態 2 では、樹脂絶縁層 1 4 を金属ブロック 3 に形成した後に樹脂パッケージ 1 1 でパワー素子 1 などを封止したが、金属ブロック 3 のパワー素子 1 と反対側の面を露出させつつ、パワー素子 1，電極端子 2 a，2 b 及び金属ブロック 3 を樹脂パッケージ 1 1 で封止し、金属ブロック 3 の露出面及びその露出面の周囲の樹脂パッケージ 1 1 を覆うように樹脂絶縁層 1 4 を形成する構造であっても良い。その他の構造については、上述の実施の形態 1 に係る半導体装置と同様であるため、ここでは説明を省略する。

## 【 0 0 3 9 】

従来の構造や実施の形態 1 の構造では、外部放熱器が取り付けられるベース板 1 3 や絶縁基板 4 の反りあるいはたわみによって、また外部放熱器の反りあるいはたわみによって、半導体装置と外部放熱器とが密着せず、その間に隙間を生じていた。また、実施の形態 1 では、絶縁基板 4 だけではなく、エポキシ樹脂から成る樹脂パッケージ 1 1 の一部にも外部放熱器が取り付けられる場合には、同様



の理由で隙間を生じる可能性がある。半導体装置と外部放熱器との隙間は放熱特性を悪化させるため、従来の構造や実施の形態 1 では、その隙間に放熱グリスを塗布することが望ましい。本実施の形態 2 では、外部放熱器が取り付けられる樹脂絶縁層 1 4 にはシリコン樹脂が使用されているため、放熱グリスが不要となる。

#### 【0040】

具体的には、一般的にシリコン樹脂は金属あるいはエポキシ樹脂よりも弾力性が良いため、樹脂絶縁層 1 4 に外部放熱器を取り付ける際の圧力で、シリコン樹脂は変形し、半導体装置と外部放熱器との隙間を少なくすることができる。そのため、放熱グリスの塗布量を低減しても放熱特性を向上させることができ、場合によっては放熱グリスを塗布する必要がなくなる。その結果、材料費が低減し作業効率が向上する。

#### 【0041】

また、放熱グリスの熱伝導率は  $1 \sim 2 \text{ W/mK}$  であって、金属の熱伝導率よりも小さい。そのため、放熱グリス自身が放熱性の主たる阻害要因となることがあった。しかし、本実施の形態 2 では、放熱グリスの塗布量が低減するため、放熱グリスを使用した半導体装置と比べて放熱特性が向上する。ここでは、樹脂絶縁層 1 4 の材料としてシリコン樹脂を使用したか、シリコン樹脂と同等の弾力性及び絶縁性を有する樹脂、例えばウレタンゴムやフッ素ゴムなどを使用しても、同様の効果が得られる。

#### 【0042】

また、樹脂絶縁層 1 4 には、熱伝導性に優れたセラミック粉末が充填されているため、セラミック粉末が充填されていない樹脂絶縁層を備える半導体装置よりも、放熱特性が向上する。

#### 【0043】

##### 【発明の効果】

この発明のうち請求項 1 に係る半導体装置によれば、発熱源である半導体素子に対して、熱伝導の主たる阻害要因となるセラミック基板よりも近い位置に、熱伝導が良好な金属ブロックが位置しているため、放熱特性が良好となる。

## 【 0 0 4 4 】

また、セラミック基板が金属ブロックに設けられているので、これに絶縁耐圧を担わせることができる。そのため、接合材は絶縁耐圧を考慮することなく熱伝導の観点からその材料を選択することができる。

## 【 0 0 4 5 】

また、半導体素子の電極と電極端子とが金属ブロックを介して接続されるため、半導体装置の電気抵抗が低下する。そのため、半導体装置の電力損失を低減することができる。

## 【 0 0 4 6 】

また、この発明のうち請求項 2 に係る半導体装置によれば、セラミック基板の両面に有する金属層が同じ厚さであるため、金属ブロックとの接合時におけるセラミック基板の反りを低減することができる。そのため、セラミック基板に取り付けられることがある外部放熱器との接触面の平面度を向上することができる。その結果、放熱特性が向上する。

## 【 0 0 4 7 】

また、この発明のうち請求項 3 に係る半導体装置によれば、金属ブロック及びセラミック基板が、半導体素子の絶縁単位ごとに設けられているため、半導体素子間の絶縁を維持しつつ複数の半導体素子を一つの半導体装置に備えることができる。

## 【 0 0 4 8 】

また、金属ブロックを利用して半導体素子間を接続することができるため、配線自由度が増加する。

## 【 0 0 4 9 】

また、この発明のうち請求項 4 に係る半導体装置によれば、樹脂絶縁層の弾力性が良いため、樹脂絶縁層と樹脂絶縁層に取り付けられる外部放熱器との間の隙間を少なくすることができる。そのため、放熱グリスが不要となり、半導体装置の材料費が低減し、作業効率が向上し、放熱特性が向上する。

## 【 0 0 5 0 】

また、発熱源である半導体素子に対して、熱伝導の主たる阻害要因となる樹脂

絶縁層よりも近い位置に、熱伝導が良好な金属ブロックが位置しているため、放熱特性が良好となる。

【 0 0 5 1 】

また、樹脂絶縁層が金属ブロックに設けられているので、これに絶縁耐圧を担わせることができる。そのため、接合材は絶縁耐圧を考慮することなく熱伝導の観点からその材料を選択することができる。

【 0 0 5 2 】

また、この発明のうち請求項 5 に係る半導体装置によれば、樹脂絶縁層に熱伝導性に優れたセラミック粉末が充填されているため、放熱特性が向上する。

【 0 0 5 3 】

また、この発明のうち請求項 6 に係る半導体装置によれば、金属ブロックが、半導体素子の絶縁単位ごとに設けられているため、半導体素子間の絶縁を維持することができる。

【 0 0 5 4 】

また、この発明のうち請求項 7 に係る半導体装置によれば、金属ブロックが接合材よりも広い面を有しているため、半導体素子からの熱を拡散することができる。そのため、熱伝導の主たる阻害要因である材料に、より広い面積の熱を通過させることができる。その結果、放熱特性が改善される。

【 0 0 5 5 】

また、この発明のうち請求項 8 に係る半導体装置によれば、金属ブロックは半導体素子の中心から離れるほど半導体素子との隙間が広くなるため、半導体素子の周辺において、その中心よりも接合材が厚くなる。そのため、クラックの発生を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本実施の形態 1 に係る半導体装置の回路図である。

【図 2】 本実施の形態 1 に係る半導体装置の構造を模式的に示す平面図である。

【図 3】 本実施の形態 1 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【図 4】 本実施の形態 1 に係る半導体装置の構造の一部を拡大して示す断面図である。

【図 5】 金属ブロック 3 のパワー素子 1 を搭載する面から見た斜視図である。

【図 6】 パワー素子 1 で発生した熱が伝導する様子を示した図である。

【図 7】 本実施の形態 1 に係る半導体装置の変形例を示す平面図である。

【図 8】 本実施の形態 1 に係る半導体装置の変形例を示す平面図である。

【図 9】 本実施の形態 2 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

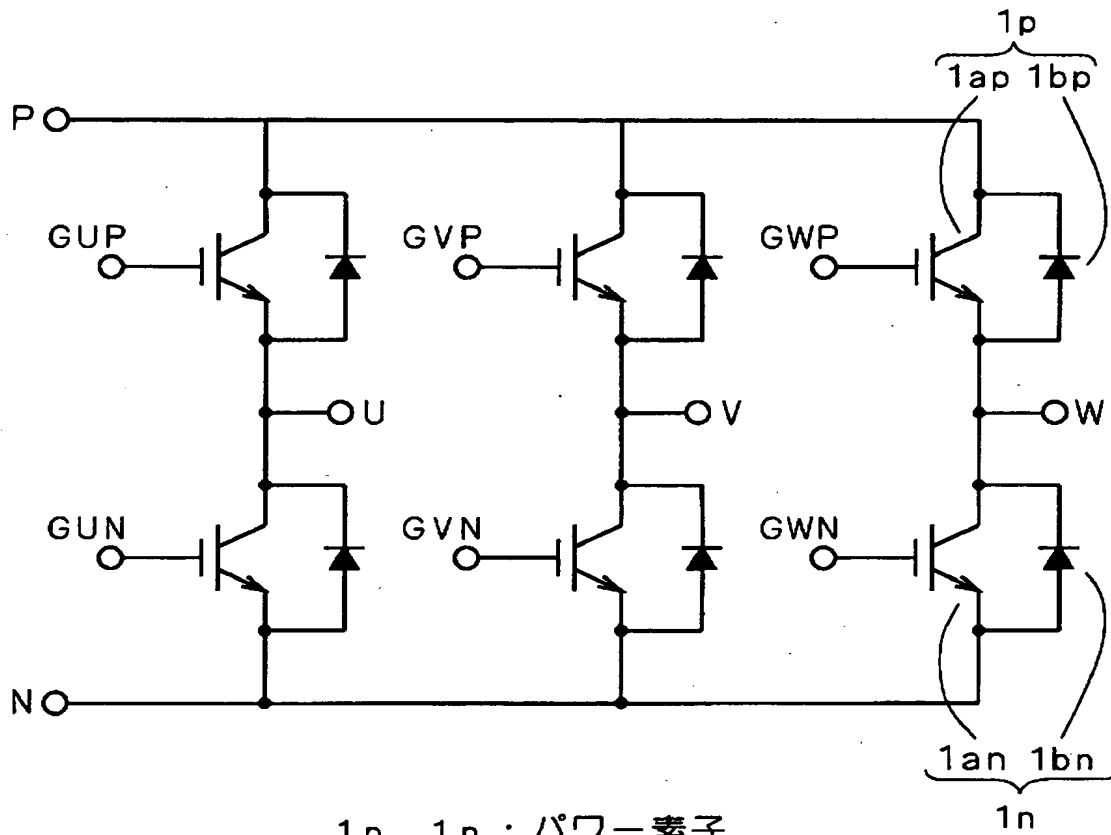
【図 1 0】 従来の電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

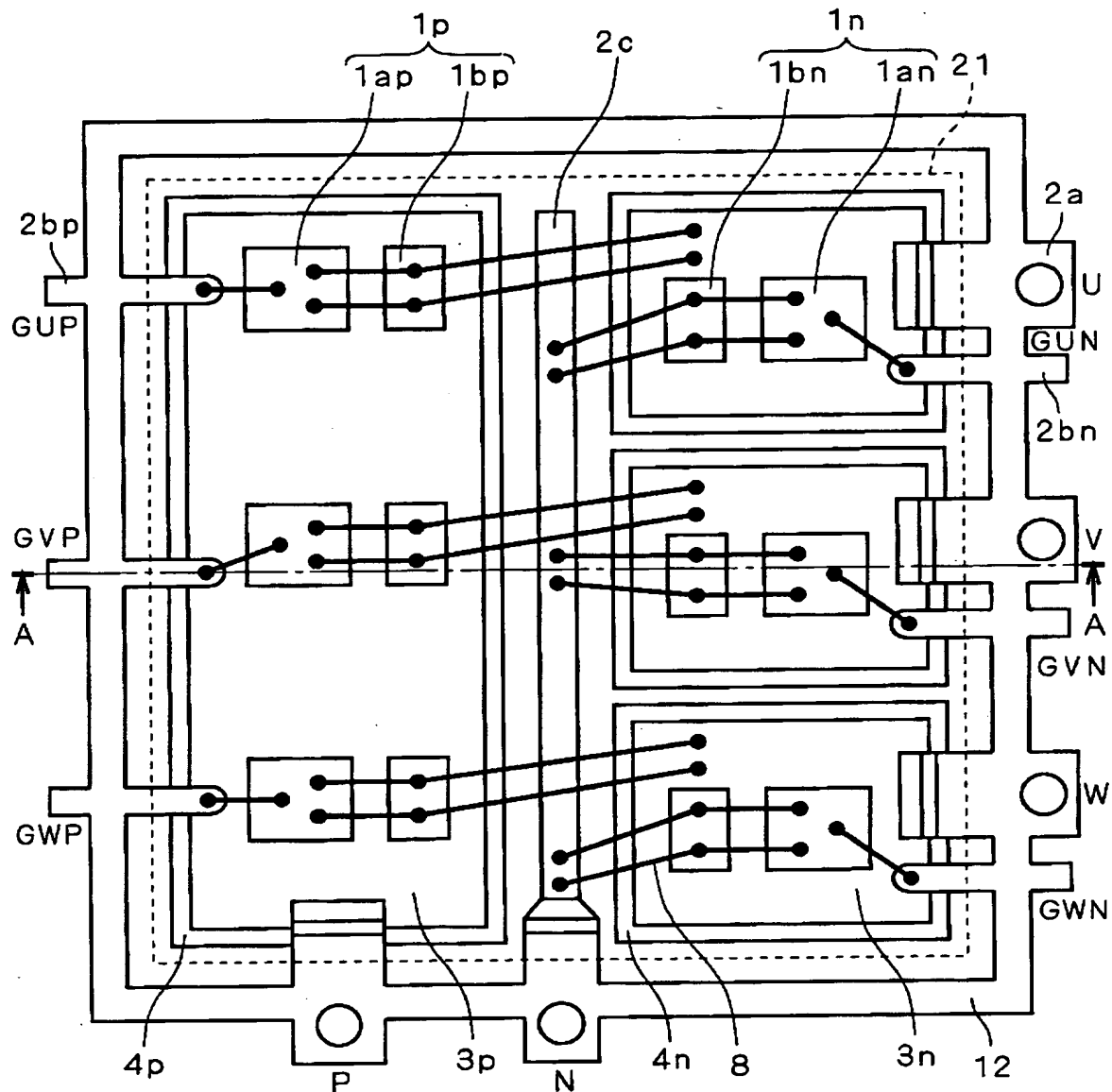
1 p, 1 n パワー素子、2 a 電極端子、3 金属ブロック、4 絶縁基板、5, 7 金属層、6 セラミック基板、9, 1 0 接合材、1 1 樹脂パッケージ、1 4 樹脂絶縁層、5 0 コレクタ電極。

【書類名】 図面

【図 1】

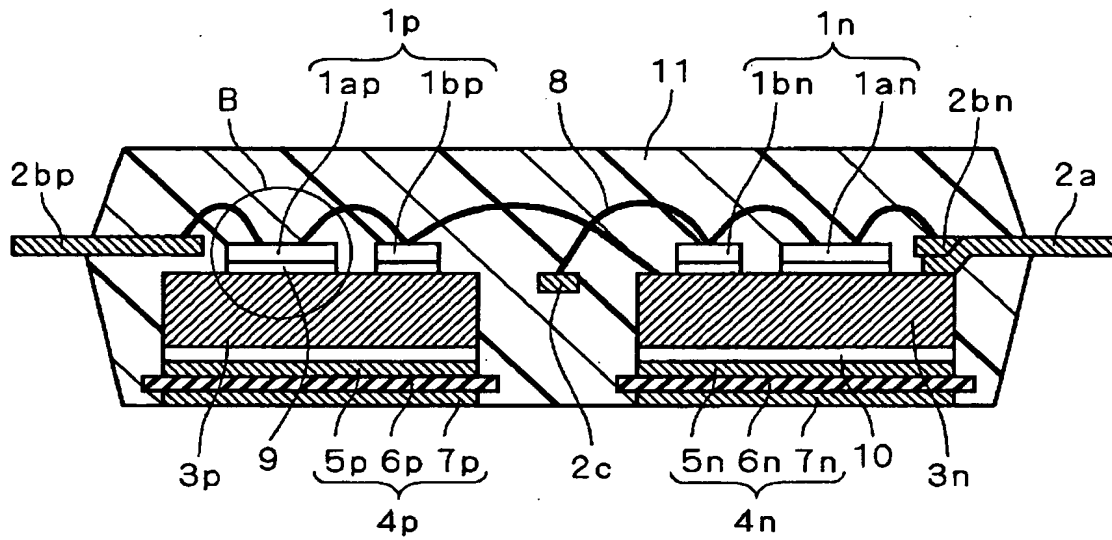


【図 2】



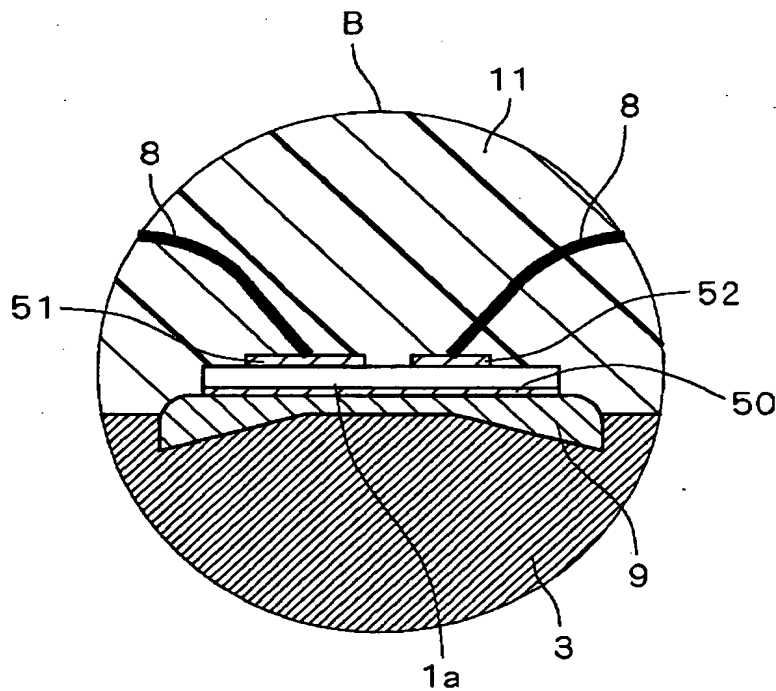
- 2a, 2bp, 2bn, 2c : 電極端子  
 3p, 3n : 金属ブロック  
 4p, 4n : 絶縁基板  
 8 : アルミワイヤ  
 12 : タイバー  
 21 : 樹脂パッケージ形成範囲

【図3】



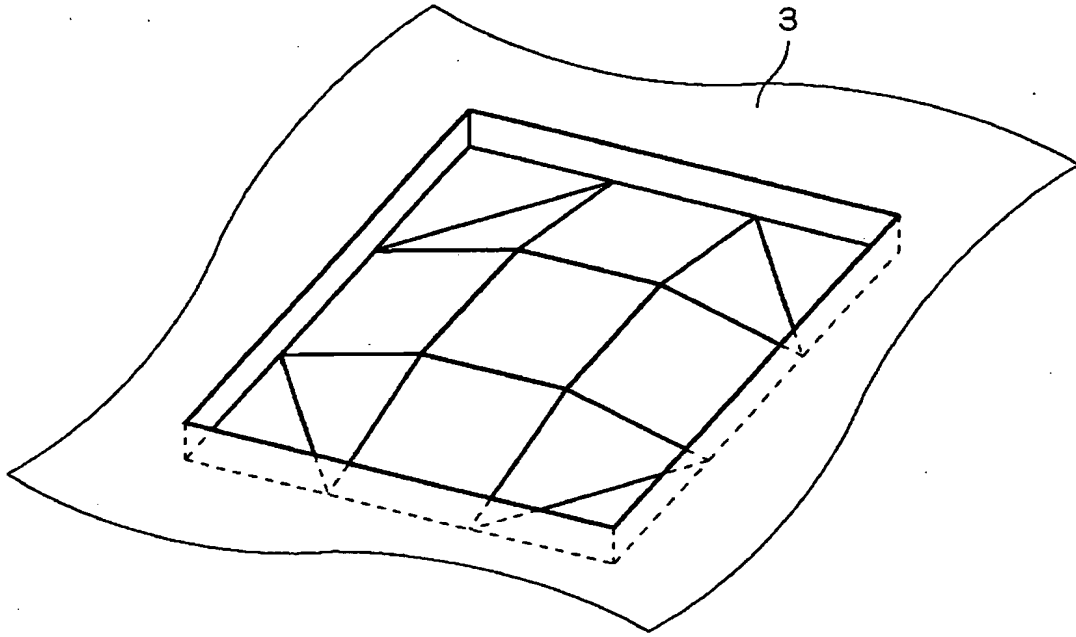
5p, 5n, 7p, 7n : 金属層  
6p, 6n : セラミック基板  
9, 10 : 接合材  
11 : 樹脂パッケージ

【図4】



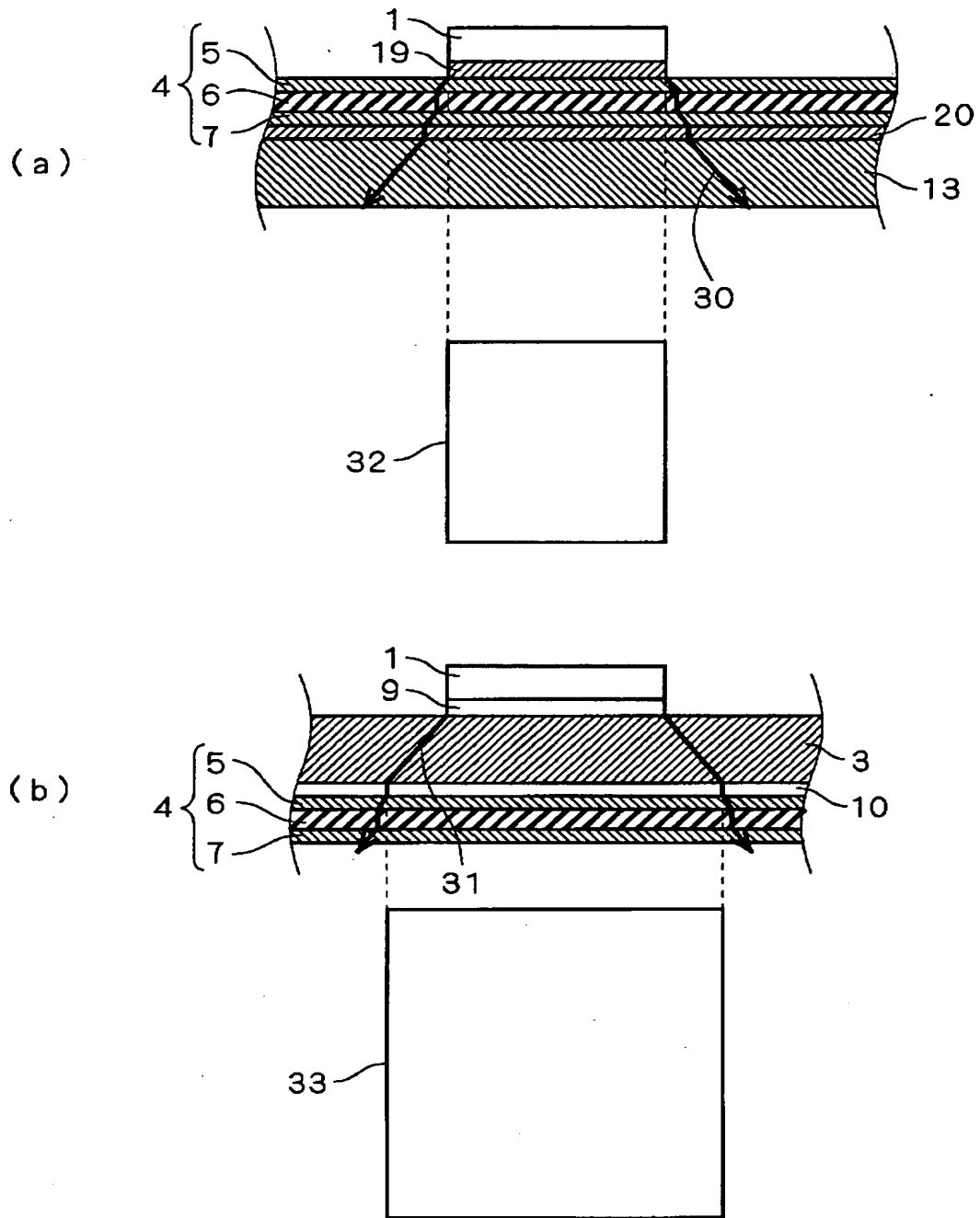
50 : コレクタ電極  
51 : ゲート電極  
52 : エミッタ電極

【図5】



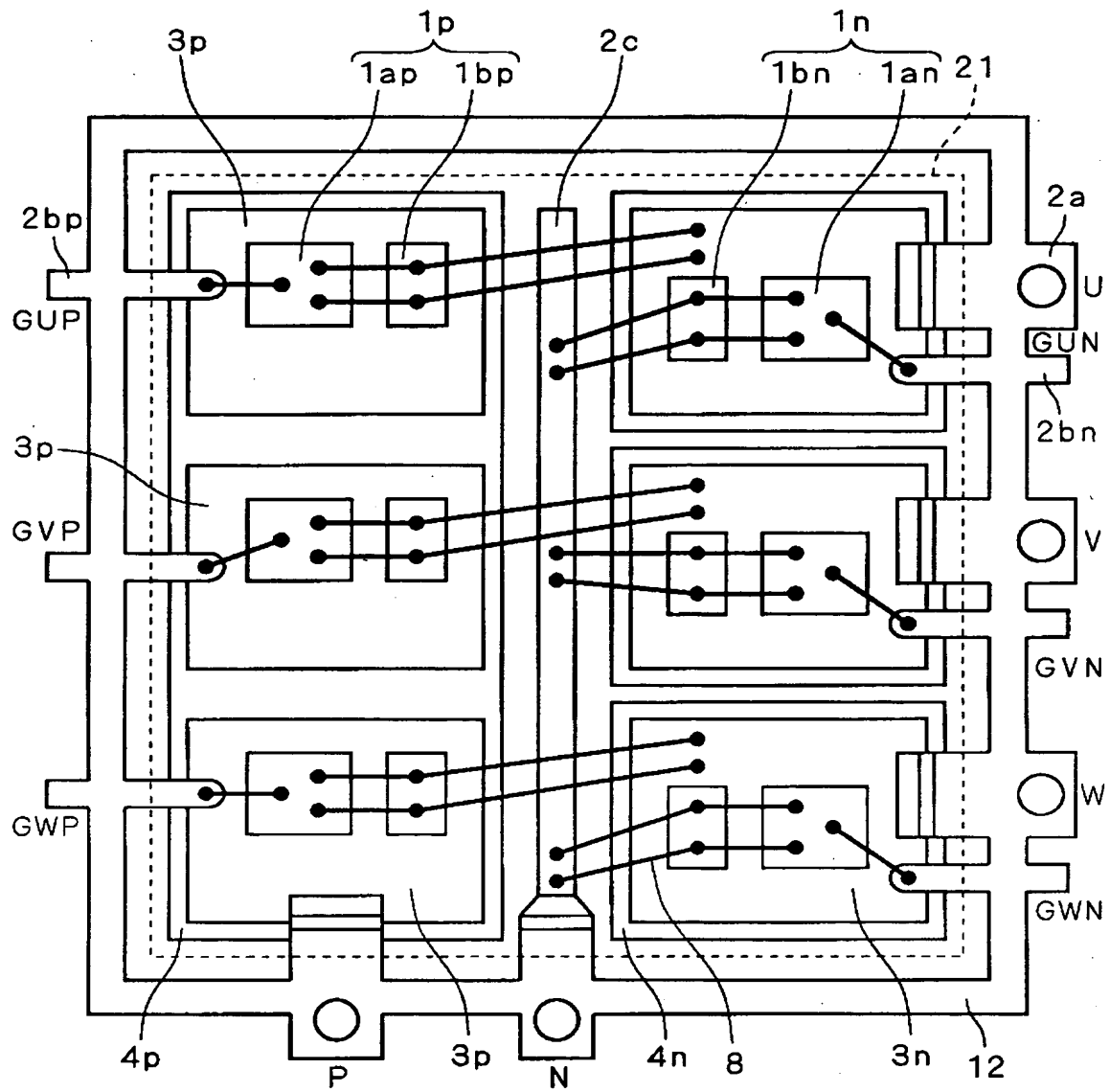


【図 6】

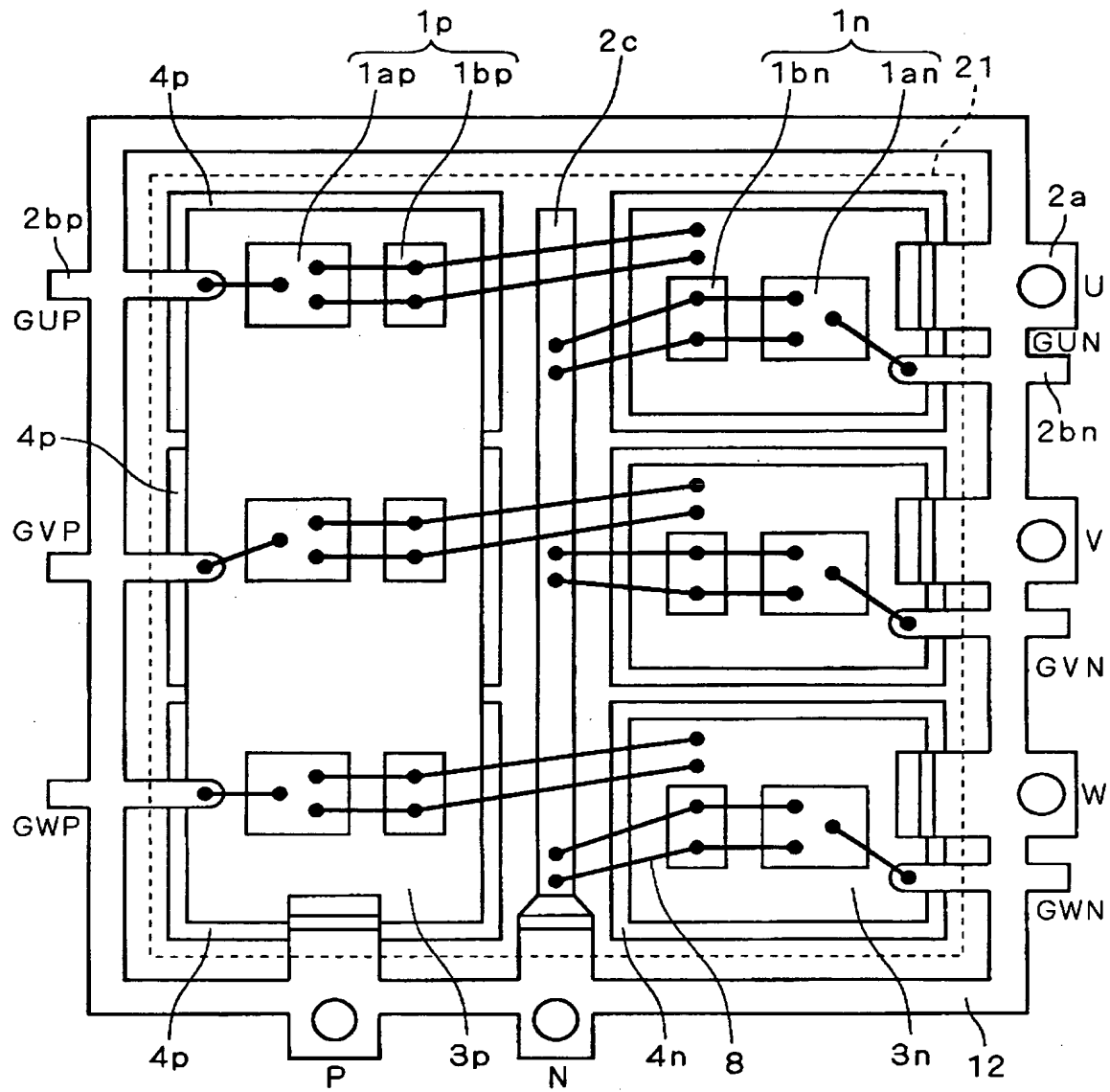


30, 31 : 熱の拡散方向      32, 33 : 熱の通過面積

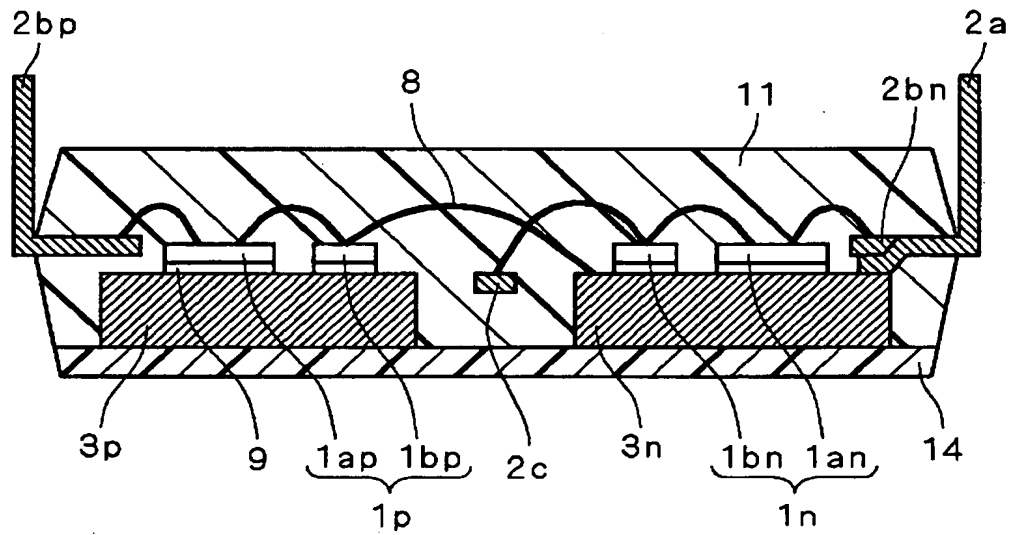
【図 7】



【図 8】

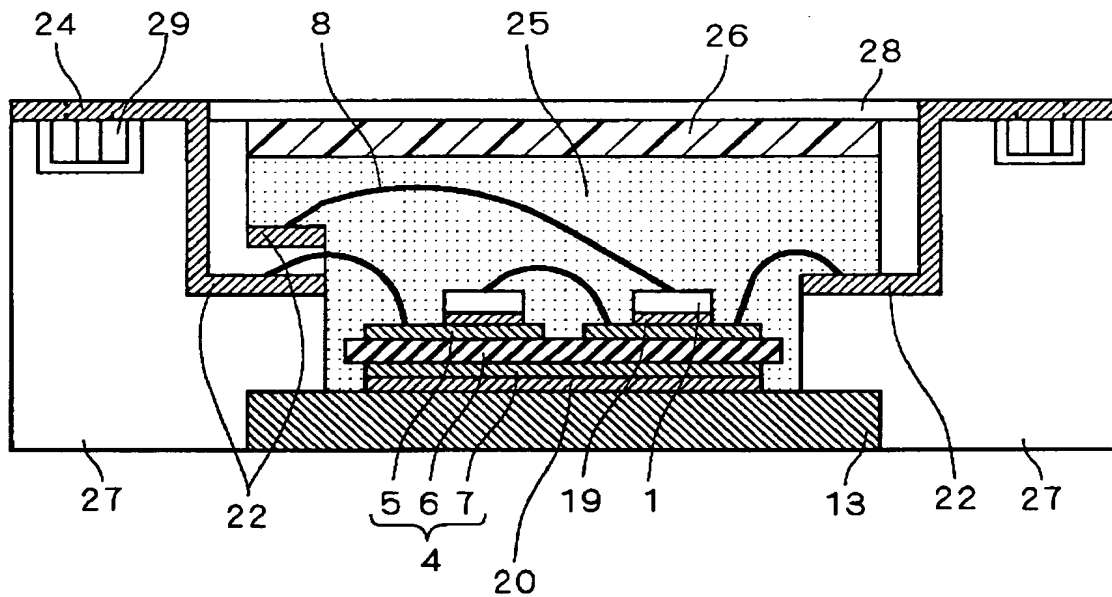


【図9】



14 : 樹脂絶縁層

【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放熱特性を向上する半導体装置を提供する。

【解決手段】 パワー素子 1 は金属ブロック 3 に搭載され、接合材 9 で接合されている。絶縁基板 4 は、セラミック基板 6 の両面に、同じ厚さの金属層 5, 7 を形成したものである。金属ブロック 3 及び絶縁基板 4 は、パワー素子 1 の絶縁単位ごとに設けられており、絶縁基板 4 の金属層 5 は金属ブロック 3 のパワー素子 1 と反対側の面に接合材 1 0 で接合されている。金属ブロック 3 n のパワー素子 1 n が接合された面には、電極端子 2 a が例えば超音波接合で取り付けられている。電極端子 2 b, 2 c は、パワー素子の電極（図示せず）とアルミワイヤ 8 で接続されている。樹脂パッケージ 1 1 は、絶縁基板 4 の金属層 7 を露出させつつ、パワー素子 1, 電極端子 2 a, 2 b, 2 c 及び金属ブロック 3 を封止している。そして、露出している絶縁基板 4 の金属層 7 に外部放熱器（図示せず）が取り付けられる。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
氏 名	三菱電機株式会社